

TARTU ÜLIKOOL
LOODUS – JA TEHNOLOOGIA TEADUSKOND
FÜÜSIKA INSTITUUT

Maanus Kullamaa

VISUAALSETE ÕPPEMATERJALIDE LOOMINE JA NENDE
MÕJU ÕPPETULEMUSTELE METEOROLOOGIAKURSUSE
NÄITEL

Bakalaureusetöö keskkonnatehnoloogias

Juhendaja: Piia Post PhD

Tartu 2013

Olen koostanud bakalaureusetöö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Maanus Kullamaa

Kaitsmisele lubatud „ „ 2013. a.

Sisukord

Töö käigus loodud õppematerjalid	4
1. Sissejuhatus	5
1.1 Lühülevaade õpetatavast õppeainest	6
2. Ülevaade kirjanduse põhjal	7
2.1 Probleemid tehnikateaduste õpetamisel – Richard M. Felderi paradigmat	7
2.2 Õpetamise adressaat	8
2.3 Õppimine ja mälu	8
2.4 Ülevaade õppimisstiilidest	9
2.5 Eelnevalt sarnastest töödest	11
3. Metoodika.....	12
3.1 Animatsioonide disainimise vahendite kirjeldus.....	12
3.2 Üliõpilaste tagasiside küsimustik	12
3.3 Kontrolltöö Meteoroloogia ja klimatoloogia alustes.....	13
4. Tulemused	14
4.1 Töö käigus loodud animatsioonide kirjeldus.....	14
4.2 Tagasiside tulemused	17
4.3 Kontrolltööde üldine tase 2012. ja 2013. aastal.....	18
4.4 Kontrolltööde analüüs	20
5. Arutelu.....	22
6. Kokkuvõte	23
7. Case Study: Do visual learning objects improve student learning in meteorology?	24
Kasutatud kirjandus	25
Lisad	27
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	34

Töö käigus loodud õppematerjalid

Bakalaureusetöö käigus loodi neli animatsiooni atmosfääri tasakaalu ja vertikaalse kihistuse olulisuse selgitamiseks pilvede tekke seisukohast. Kõik need animatsioonid on toodud Tartu Ülikooli Moodle õpikeskkonnas kursusel „Meteoroloogia ja klimatoloogia alused LOOM.02.240“, aga ka allalaetavad aadressilt:

<http://maailm.planet.ee/maanus/animatsioon/animatsioonX.mp4>, kus X tähistab animatsiooni järjekorranumbrit.

Animatsioon 1. Adiabaatiline jahtumine ja soojenemine kirjeldab õhuosakese vertikaalset tõusu ning kaasnevaid protsesse.

Kestus: 2 minutit ja 20 sekundit

Maht: 35,7 MB

Animatsioon 2. *Cumulus humilis* tekkeprotsess selgitab, kuidas tekivad vertikaalse arenguga pilved mitmete termikute tõusust mööda konvektsioonikorstnaid.

Kestus: 1 minut ja 29 sekundit

Maht: 16,7 MB

Animatsiooni 3. Kondensatsiooniprotsess abitahvlitega on kirjeldatud pilve moodustumist sooja suvepäeval. Selgitava materjali teeb eriliseks asjaolu, et paralleelselt pilve arenguga on kõrvalolevatel paneelidel toodud ka meid huvitavate parameetrite väärtuste muutused vastavalt protsessi arengule.

Kestus: 3 minutit ja 50 sekundit

Maht: 62,6 MB

Animatsioon 4. Orograafilise pilve teke kirjeldab pilve teket topograafilise tõusu tõttu.

Kestus: 2 minutit ja 48 sekundit

Maht: 35,1 MB

Animatsioonide pealeloetavad tekstid on toodud lisas 1.

1. Sissejuhatus

Õppimine on suunatud tegevus, mille tulemusena õppija käitumises leiavad aset muutused. Ei ole võimatu, et endine vaatenurk kindla valdkonna probleemile muutub täielikult. Õppimine põhjustab muutusi inimese teadvuses ja tegevuses (Teichmann, 2005). Kuna õppimine seob kogemused ning teoreetilised teadmised, siis meeltel on selles protsessis väga oluline roll. Kuulmine, kompimine, kuid ennekõike nägemine loob ainst, mida meelde jätta ning kuidas hiljem kogetut eelnevalt õpituga siduda.

Õpetamine seevastu on tegevus, mis kutsub õppimist esile (Scheffler, 1960, 1968). Teadmiste edasiandmine, ka üsna primitiivsel viisil nagu õpitava tegevuse sooritamine õppijate ees on ehk kõige levinum viis. Kui eesmärgiks on võimalikult hästi õpetada, see tähendab anda materjal edasi võimalikult selgelt, üheselt mõistetavalt ning kaasahaaravalt, siis on mõistlik leida viise erinevatele tajumismeeltele rõhumiseks. Nägemine, kui kõige rohkem seoseid loov meel, on selleks ideaalne.

Õpilaste erinevusest õppematerjali omandada tulenevad ka erinevad õpistiilid. Õpistiilid iseloomustavad, kuidas suhtub õpilane talle pakutavasse informatsiooni ning kuidas on seda kõige efektiivsem mälus säilitada. Kui õppeainet juhendava õppejõu õppemeetodite spekter on lai, võrdsustuvad erinevaid õpistiile omavad õpilased aine süvitsi mõistmise aspektis.

Me kirjeldame protsesse looduses kasutades mõttemudeleid ning samuti õpitakse loodusteaduste põhitõdesid lihtsustatud mudelite abil. Animatsiooni kaudu saab luua visuaalse mudeli, mis näitlikustab õppijale materjali ning võimaldab õppida talle sobival ajal, kohas ja vajadusel korduvalt. Looduslikke protsesse selgitav animatsioon ühelt poolt visuaalseerib looduses toimuvat ning teisalt on auditiivselt võrreldav loengus kuulatuga.

Käesoleva töö eesmärgiks oli luua efektiivsed ning seoste loomist lihtsustavad meteoroloogia-teemalised animatsioonid, suurendades sedasi visuaalsete õppematerjalide osakaalu meteoroloogia ja kliimateaduse õppimisel. Samuti püstitati hüpotees, et loodud materjal mõjutab õppetulemusi positiivselt ning kontrolliti seda hüpoteesi.

Visuaalne materjal valmistati õppeaine Meteoroloogia ja klimatoloogia alused seitsmenda teema „Tasakaal atmosfääris ja pilvede teke“ jaoks seetõttu, et aine õppejõu arvates on paljudel üliõpilastel raskusi just selle teema mõistmisel ilma selgitavate materjalideta. Nimetatud teema käsitleb endas nii mõisteid, mida õpilastele on füüsikas õpetatud korduvalt erinevatel õppeastmetel, kui ka esmakordselt antud aine raames tutvustatavaid detaile atmosfääri tasakaalu ja kondensatsiooni kohta. Valmistatud

animatsioone kasutati selles õppeaines selgitava materjalina 2013. a kevadsemestril. Järeldusi animatsioonide kasuteguri kohta tehti animatsioone õppetöös kasutanud üliõpilaste seas läbi viidud küsitlusest lähtudes, aga ka analüüsides aine lõpphindesse arvesse mineva kontrolltöö tulemusi.

1.1 Lühülevaade õpetatavast õppeainest

Aine Meteoroloogia ja klimatoloogia alused (aastal 2013 ainekoodiga LOOM.02.240) on Tartu Ülikoolis aastakümneid kuulunud geograafiaüliõpilaste kohustuslike ainete hulka. Praegu on see aine kohustuslik veel ka keskkonnatehnoloogia, ökoloogia ning loodusteaduste õpetajaks õppivatele üliõpilastele. Aine annab üldise aluse mõistmaks atmosfääris toimuvaid protsesse ning nähtusi. Nõnda nagu on õpiväljundites seatud: suudab õppeaine läbinu kirjeldada ning seostada atmosfääri koostist ja ehitust, arutleda meteoroloogilistel teemadel, analüüsida ilmaennustuste paikapidavust, on tuttav lihtsamate instrumentidega ning oluliste meteoroloogiliste protsessidega. Õppeaine esimest poolt õpetavad TÜ füüsika instituudi ning teist ökoloogia ning maateaduste instituudi õppejõud. Nõnda on see aine nagu ilma- ja kliimateadused isegi kahe teaduse piirialal ning seetõttu eeldab ka selle omandamine seoste loomist kasutades teadmisi mõlemast aimest. Paraku on aine paljude üliõpilaste jaoks suureks väljakutseks. Meteoroloogia ja klimatoloogia aluste aine esimeses pooles käsitletavat teemat on: Maa ja tema atmosfäär; Energia. Maa ja atmosfääri soojenemine; Temperatuuri aastane ja ööpäevane käik; Vesi atmosfääris; Kondensatsioon, kaste, udu; Pilved; Tasakaal atmosfääris ja pilvede teke; Sademete liigid. Sademete mõõtmine.

Seitsmes teema, Tasakaal atmosfääris ja pilvede teke, on olnud ka käesoleva töö raames tehtud animatsioonide aineseks. Antud peatükk käsitleb õhuosakest individuaalselt: kuidas ja kui palju teeb õhk tööd paisumisel ja ahenemisel, aga ka õhuosakest süsteemi osana, mille abil on võimalik iseloomustada kogu protsessi (näiteks pilvetekke) olemust sõltuvalt keskkonnatingimustest. Sarnaselt animatsioonides edastatavale informatsioonile leidub seitsmenda peatüki tekstilises osas seletusi meteoroloogiateemalistele põhimõistetele ning olukordadele. Ainel on TÜ Moodles veebitugi, mille kaudu esitatakse loenguslaide, veebiviiteid, aga ka koduseid ülesandeid, mis pole kohustuslikud, kuid võimaldavad üliõpilastel koguda lisapunkte, et saada paremat hinnet. Kodutööd võimaldavad huvilistel ilmaasjadega enam tegeleda, enamuses on need väga lihtsad, aga samas siiski pühendumist nõudvad. Õppejõud kontrollivad kõiki kodutöid.

2. Ülevaade kirjanduse põhjal

Palju on diskuteeritud teemadel – kuidas näeb välja inseneriteaduste erialade ideaalne tunniplaan, kuidas kursused peaksid olema õpetatud ja hinnatud, kes peaks õpetama ning kuidas õpetajaid ette valmistada. Seega järgnev ülevaade probleemist põhineb kahel aluspõhimõttel, traditsioonilisel ning uuenduslik-alternatiivsel lähenemisel ning nende võrdlusel (Felder, 2012).

2.1 Probleemid tehnikateaduste õpetamisel – Richard M. Felderi paradigmad

Inseneriteaduste haridusvaldkonda on reformitud juba 1980. aastatest. Huvi selle valdkonna vastu aga on gümnaasiumitaseme õpilastes vähenenud, pigem soovitakse minna õppima humanitaarteadusi. Seega, alati eksisteerib kahtlus, kas arenevale tööstusele on pidevalt koolitatud piisav arv spetsialiste. Tihtipeale ei paista mõne inseneriteaduse eriala lõpetanu silma oma kõrgtaseme analüütilise mõtlemise, suhtluse või meeskonnas töötamise oskuse poolest. Seega Ameerika Ühendriigid ja suur osa Euroopast on järjest enam keskendunud õppimisviisile, mis baseerub lõpptulemil. Lahtiseletatult iseloomustab see haridussüsteemi, mis ei keskendu ainult eelnevate teadmiste edasiandmisel uutele inimestele ning teatud piiri ületamisel hindamist, vaid soodustab kogu individuaalse õppija tulemit arvestama ilma teatud piirmääradeta. Õpilast ei hinnata tema kohaloleku, vaid pigem tema huvi ja motivatsiooni eest lahendada teatud probleeme suuremas plaanis (Felder, 2012). Kuna peamise töövahendina kasutatakse arvuteid, siis konkurentsipüsimiseks peavad tulevased insenerid kombineerima erinevaid teadmisi võimalik, et ka muudest valdkondadest, millele insenerihariduse omandamisele aastaid tagasi ei rõhutatud. Nende hulka kuuluvad ka analüütiline – ja loov mõtlemine ning ka eraettevõtlus ja majandamine (Felder, 2006).

Üha enam läheb tarvis ka head arvutioskust, sh. programmeerimine, andmetöötlus ning disain.

Teadmistele saab vaadata nii õpetamise kui õppimise vaatevinklist. Õpetaja filosoofiline eesmärk oleks edastada õppematerjali nii selgelt, kui võimalik. Õpetatavate ülesandeks on see teadmine omandada. Selle lihtsa suhte mittetoimimise korral võib viga esineda mõlemas osapooles. Richard M. Felder iseloomustab õpetamisviiside põhimõtteid kui traditsioonilisi ning pealetungivaid (uuenduslikke) paradigmasid.

Traditsioonilisest põhimõttest lähtuvalt õpetatakse lineaarselt baasained, milleks on tihti matemaatika ning erinevad füüsikat või keemiat käsitlevad kursused. Vastupidiselt

pööratakse uuenduslikus õpetamisviisis järjekord peapeale. Esimesel õppeaastal tutvustatakse põhiprobleeme inseneriteadustes, n.ö. seletatakse ära probleemi tuum, isegi eesmärk, miks on tulnud seda eriala õppima ning järgnevatel aastatel, põimitakse erinevate projektide lahendamiseks õppekavas sisse matemaatika ja muud reaalteadused. Oluline on ka lisaks kursuse kirjalikele materjalidele rõhutada ka analüütilise mõtlemise, probleemi lahendamise oskuse, tehnoloogia, meeskonnatöö ning erinevate suhtlemisviiside tähtsust (Felder, 2012).

2.2 Õpetamise adressaat

Kõige tähtsam aspekt õpetamises, mis juhatab ka käesoleva töö tuumani, on õppija. Tihti antakse edasi õpetatavat materjali ainult ühele õppimisstiilile hõlpsaks omandamiseks. Alternatiivne ehk uudne õpetamismeetod suunab tähelepanu erinevatele omandamisstiilidele. Hinnatud on õpilaste endipoolne aktiivsus, rühmatöö ja suhtlus. Traditsiooniline õpetamismeetod iseloomustab kursuseid, kus lektor auditooriumi ees kirjutatud materjali ette loeb. Uudne, alternatiivne meetod soodustab lisaks kuulatavale ning kohalolu nõudmisele loengus ka video ning teiste multimeedia vahenditega edastatavat materjali. Tänapäeva noor tahes-tahtmata puutub kokku igapäevaste multimeedia ning infotehnoloogiliste lahendustega ning võimalik, et enesele teadmata aitab neid isegi arendada. Miks mitte muuta õpetatava materjali esitusviisi, kuid samas jätta sisu samaks? Õpilased on oma olemuselt muutunud. Kui tervet pilti õpetamisega lahendatavast probleemist ei näha, tundub õpilase jaoks seosetu segmendi õppimine igav ja tihtilugu ka mõttetu. Sellise mõtteviisi süvenemisel kaob ajapikku noorel inimesel motivatsioon ning ülikool muutub rõhuvaks ning kohustuslikuks rutiiniks. Siinkohal tuleb meele pidada ka paradigmat, et visuaalne õppematerjal võib olla nagu kahe teraga mõõk: ühelt poolt kaasab tudengi õppetöösse veelgi interaktiivsemalt, vastupidiselt aga võib tõsta passiivsuse osakaalu loengus kohalkäimise aspektis (Felder ja Brent, 2000).

2.3 Õppimine ja mälu

„Mälu on protsess, mis säilitab informatsiooni pikema aja vältel“ (Matlin, 2005). Mälu on struktuuride - protsesside kogum, järjestikune informatsiooni kogumine ja säilitamine. Ilma mäluta ei oleks inimene võimeline õppima. Mälu on informatsioonihulkade töötlusvahendiks. Informatsioon võib olla erinevates vormides nagu pilt, heli või tähendus.

Informatsiooni vastuvõtmisel muudetakse see vormi, mida on hõlbus talletada. Näiteks nähes tahvlil suvalist kirjutatud sõna, võib inimene mäletada kirjapandut kuulnud heli, häälduse või tähenduse järgi.

Lühimällu (kestvus 0-30 sekundit) salvestatakse peamiselt akustilisel viisil. See tähendab, et õppija kordab või harjutab endamisi lauset või näiteks numbritejada läbi korrates.

Pikaajalisse mällu (kestvus kuni inimese eluiga) salvestatakse peamiselt aga tähenduslikul viisil ehk õpitava objekti tähenduse mõistmisel. Pikaajalisse mällu salvestatakse aga ka visuaalsel ning auditiivsel viisil. Miller (1956) väidab, et suur osa täiskasvanuid suudab lühimällu talletada 7 objekti. Küll aga pole täpsustatud, kui palju informatsiooni mahub ühte objekti. Pikaajalise mälu maht arvatakse olevat piiramatut.

Meenutamine ja mäletamine eeldab informatsiooni õigel ajal mälust esiletoomist. Lühimällu salvestatakse informatsioon kindlas järjekorras, seega toimub ka meenutamine kindlate infokildude ritta seadmise abiga. Pikaajalisse mällu salvestatud informatsioon muutub kättesaadavaks siis, kui tegeletakse teatud tegevusega, mis informatsioonisegmendiga kuidagi seotud on (McLeod, 2007). Visuaalsed õppematerjalid animatsioonide näitel loovad aga sidustatud informatsiooniklastri, mis lisaks lihtsasti mõistetavale sisule loob endale koha ka õppija pikaajalisse mällu.

2.4 Ülevaade õppimisstiilidest

Õppimisstiil on bioloogiliselt ja üldise arengu poolt kehtestatud isikuomaduste kogum (Dunn et al. , 1989). Selle kogumi iseärasuste tõttu on mõned inimesed samade õpetamismeetodite korral õppematerjalile vastuvõtavamad kui teised.

Õppimise stiil on kirjeldatav kui viis, mis moodi iga indiviid keskendub, töötleb informatsiooni ning meelde jätab (Dunn, 1990).

Felder ja Silvermann (1988) eristavad viis paari erinevaid õppimisstiile:

- Teadlik ja intuitiivne
- Visuaalne ja auditiivne
- Induktiivne ja deduktiivne
- Aktiivne ja kaalutletud
- Järjestikune ja kõikehõlmav

Kirjeldame neid nüüd lähemalt võttes aluseks (Felder ja Silvermann, 1988).

Teadlik õppimine hõlmab informatsiooni kogumist meelte kaudu, intuiitiivsed õppijad usaldavad vaistu, spekullevad ning rakendavad ettekujutusvõimet. Kõik inimesed kasutavad nimetatud viise informatsiooni hankimiseks kuid individuaalselt eelistatakse äärmusi. Teadlikele sobivad rohkem faktilised teadmised, andmed ning eksperimendid, sealjuures ei meeldi neile „üllatused“ samas kui intuiitiividele on usaldusväärseimaks põhimõtteid ja teooriaid. Intuiitiivsetele inimestele ei meeldi korduvad tegevused. Seega saavad faktide meeldejätmisega paremini hakkama esimese stiilitüübi järgi maailma tunnetavad inimesed, samal ajal kui teised, detailidest ja faktidest tüdinuna, otsivad uusi kontseptsioone.

Erinevates maailma ülikoolides tehnoloogia – ja insenerierialadel õppivatest tudengitest on 70-80 % visuaalsed õppijad, kusjuures osakaal varieerub erialati (Kolmos, Holgaard, 2003). Visuaalsed õppijad mäletavad kõige paremini just seda, mida nad näevad: pildid, diagrammid, filmid, demonstratsioonid. Auditiiivsed õppijad seevastu õpivad kõige enam kuulmisvõime abil. Nad õpivad vahetust vestlusest kõige enam ning eelistavad visuaalsele demonstratsioonile verbaalset seletust. Loodud materjal keskendubki suures osas visuaalsetele ja auditiiivsetele õppijatele, kuna animatsioonide käigus loetakse paremaks arusaamiseks peale veel ka selge diktsiooniga ning eesti keeles.

Induktiivsete õppijate korral iseloomustab mõttemuster üksikult üldisele liikumist. See tähendab, et konkreetne fakt või detail probleemi kohta viib mõtleja üldise järelduseni. Deduktiivsed õppijad tegutsevad täpselt vastupidi – mõttekäigu jooksul tuletatakse üldiste teadmiste põhjal detailselt midagi konkreetse juhtumi kohta.

Aktiivsed õppijad ei omanda väga palju situatsioonides, kus neil tuleb olla passivses rollis (nagu suures osas loengutes). Ka kaalutlevad õppijad ei ole võimelised materjali hästi omandama, kuid seda juhul, kui neile loengus informatsiooni üle järelemõtlemisega ei anta. Aktiivsete õpilaste puhul on rühmatööd väga soovitud ning nad kipuvad teistest enam eksperimenteerima. Rohkem järelemõtlemist vajavatel õpilastel on tõhusaim töötada üksi.

Suur osa õppematerjalidest on seatud loogilise arenemise järjekorda, see tähendab, et õppimine on väga struktureeritud ning graafiku poolt paika pandud. Kui kindel hulk materjali on läbitud, minnakse edasi järgmise juurde. Mõned tudengid on sellise õppimisviisiga päris rahul (järjestikused õppijad), teised jälle ei hõlma paljut õpetatud. Neil võib järg kaduda kiiresti ning olla kadunud päevi, isegi nädalaid, suutmata lahendada isegi lihtsamaid probleeme. Kuid nad leiavad lõpuks lahenduse, nähes probleemi suuremalt ning oskavad nüüd õpetatud infokillud seostada. See viib ka probleemini, mis põhjendab kõikehõlmavate õppijate võimalikku madalat õpiedukust – nad ei omanda ettenähtud ajakavaga vajalikke infokillukesi, vaid teevad seda siis, kui on probleemi olemusest aimu saanud.

2.5 Eelnevalt sarnastest töödest

BeSt programm on toetanud e-õppe sisupakettide tootmist Eestis ning seetõttu on repositooriumist võimalik leida ka meteoroloogiaga seotud õpiobjekte.

Õpiobjektid on õppimise komponendid, mida on võimalik kasutada õpetamises laialdasemalt (Wiley, 2000). Autorile kättesaadava materjali põhjal järeldub, on Eestis tendents luua siiski tekstipõhiseid õpiobjekte, neid parimal juhul jooniste või piltidega täiendatult. Üheks selliseks näiteks on õpiobjekti „Atmosfääri vertikaalne tasakaal“ (Eensaar, 2011), mis oma olemuselt on väga sisutihed, kuid erineb ilmselt klassikalises loengus esitatud materjalist vähe. See ongi veebikonspekt koos mõningate ülesannetega. Samaväärne tõdemus kehtib ka õpiobjektide „Õhuniiskuse määramine“ (Tomann, 2011) ja „Ilma vaatlemine ja ennustamine“ (Enno, 2012) kohta. Sven-Erik Enno koostatud õpiobjekti kasuks räägib visuaalselt ja tehniliselt hästi lahendatud videoloengute segment, mille iga, umbes 20-minutiline video annab vastavas teemas hea ülevaate. Kuigi töö eesmärk pole ilmselt olnud animatsioonidega konkreetseid protsesse selgitada, on püüdlus visuaalse ja auditivse materjali poole igati selge. Leian, et antud näidete ja sarnaselt käesolevale tööle lahendatud animatsioonidele, katavad teksti - ning videopõhised e-materjalid koosmõjus väga suure osa auditooriumist ning võimaldavad aktiivset õpet erinevate õppimisstiilidega üliõpilastele.

Baldwin ja Sabry (2003) viisid läbi uuringu, mille eesmärgiks oli analüüsida õppimisstiilide jaotumist üliõpilaste seas. Uuring viidi läbi Infromatsiooni – ja Arvutussüsteemide osakonnas Bruneli Ülikoolis, Suurbritannias. Selgus, et tendents näitas visuaalse, aktiivse, järjestikuse ja teadliku õppisstiilide populaarsust. Artiklis väidetakse, et üliõpilased õpivad efektiivsemalt, kui õpetatavat informatsiooni antakse edasi neile sobival õppimisviisil.

Antud artikli (Baldwin ja Sabry, 2003) alusel võime väita, et kui uuringus osalejatest 81,5 % olid visuaalsed õppijad, siis tulles vastu õpilaste õppimisstiilile, aitaks visuaalsete materjalide loomine õppeprotsessis oluliselt kaasa.

3. Metoodika

3.1 Animatsioonide disainimise vahendite kirjeldus

Animatsioonid koostati terves mahus programmis Adobe Photoshop CS6, kasutades spetsiaalselt liikuvate kaadrite jaoks uuenduslikult pakutavat ajatelge (inglise keeles *timeline*). Programm oli kasutuses tasuta prooviversioonina kindla ajaperioodi vältel.

Adobe Photoshop seeria on üks enim kasutatavamaid disaini – ja kujundusprogramme. Käesoleva töö raames rakendati Adobe Photoshop CS6 ehk seni kõige uuemat versiooni. Kogu materjal ehitati üles kihtide meetodil, kus iga toiming, nähtus või väärtus on eraldi pildikihil. Nii on neid võimalik hõlpsalt muuta, tõsta ringi või kustutada. Kihid kuvati eraldi ajateljel, kus nende ilmumist ning kadumist oli võimalik muuta. Silmailuks ning protsesside sujuvamaks kujutamiseks lisati kihtide sulandamisel tagasihoidlikke efekte.

Heli, kui auditivsele õppijale põhiline abivahend, on salvestatud professionaalses helistuudios ning ei oma häirivat müra. Rahuliku kõnetempo hoidmiseks kasutati spetsiaalselt pealelugejale kõrvaklappidesse suunatud metronoomi rütmi. Pealelugeja valiti selge diktsiooni ning soravuse eelistusel. Audiofailid ja animatsioonid sobitati kokku Photoshop CS6 ajateljel vastavalt audiokihil ning animatsiooni pildikihil. Pärast rohke informatsiooniga kaadreid on nii helis kui pildis mõttepaus, mida vaataja saab kasutada animatsiooni peatamiseks või järele mõtlemiseks.

Avalikustamiseks on töös kasutatud autori erakasutuses olevat veebimajutussaiti *maailm.planet.ee*, kuhu klippide originaalversioonid laeti. Animatsioonide tutvustamiseks ning õpilaste tagasiside hõlbustamiseks laeti animatsioonid üles ka õppekeskkonda *Moodle*, vastava aine ning teema alla. Käesolevas töös on olemas viited mõlemale asukohale, kuna *Moodle's* on materjali vaatamiseks vajalik kursusel osaleda kas õpilase, õppejõu või disainerina.

3.2 Üliõpilaste tagasiside küsimustik

Tagasiside eesmärk oli teada saada, kui suurt mõju õppimise parendamisele avaldasid animatsioonid õpilaste enda arvates.

Tagasiside oli õpilastele esitatud ühe vabatahtliku ülesandena, mille eest võis teenida lisapunkte. Küsimustiku moodustamiseks ning vastuste kogumiseks kasutati õpikeskkonda

Moodle. Statistika ning graafikute teostamiseks valiti programmi Microsoft Excel. Küsimustik koosneb 13 küsimusest ning on omakorda jaotatud vaba vastusega ning valikvastustega küsimusteks. Küsimustik on toodud lisas 2.

Tagasisidet andis 36 õpilast 72-st ehk pooled ainele registreerunuist (2013 aprill). Tagasiside ei olnud anonüümne, sest muidu poleks olnud võimalik jagada selle eest hindepunkte ning hiljem eristada kontrolltööde tulemuste statistilises analüüsis animatsioone vaadanud üliõpilased.

3.3 Kontrolltöö Meteoroloogia ja klimatoloogia alustes

Kontrolltööd kasutatakse kursuse esimese poole teadmiste kontrolliks. See kombineerib endas testi-variandis valikvastustega osa ning vaba vastusega osa, kus oodatakse küsimustele vastust kas definitsioonina või õpilase enda sõnadega seletatult. Kokku on kontrolltööl neli rühma, milles igaühes on 50 küsimust: 20 „Õige“ – „Väär“ küsimust, 20 valikvastustega küsimust ning 10 arutlevat ja defineerivat küsimust. Viimane osa kontrolltööst eeldab edukaks sooritamiseks meteoroloogiliste protsesside definitsioone, nendes kajastatud suuruste tundmist ning nähtuste või protsesside üle arutlemise oskust.

Tabelis 1 on toodud õppejõu poolt teemade kaupa nelja kategooriasse jagatud küsimuste järjekorranumbrid. Kategooriad on: üld e. üldised küsimused, kiirgus-soojusteemalised küsimused, vett ja kondensatsiooni hõlmavate protsesside küsimused ning atmosfääri tasakaalu puudutavad küsimused. Neid kategooriaid kasutatakse hilisemas 2012. ja 2013. a võrdlusanalüüsis ning samuti animatsioone vaadanud ja mittevaadanud üliõpilaste võrdlusanalüüsis. Vastava kategooria küsimuste hulk kontrolltöö osas kõigub 2-6 vahel, variante on selles osas tasakaalustatud.

Tabel 1. Küsimuste jaotumine kontrolltöös kategooriate alusel

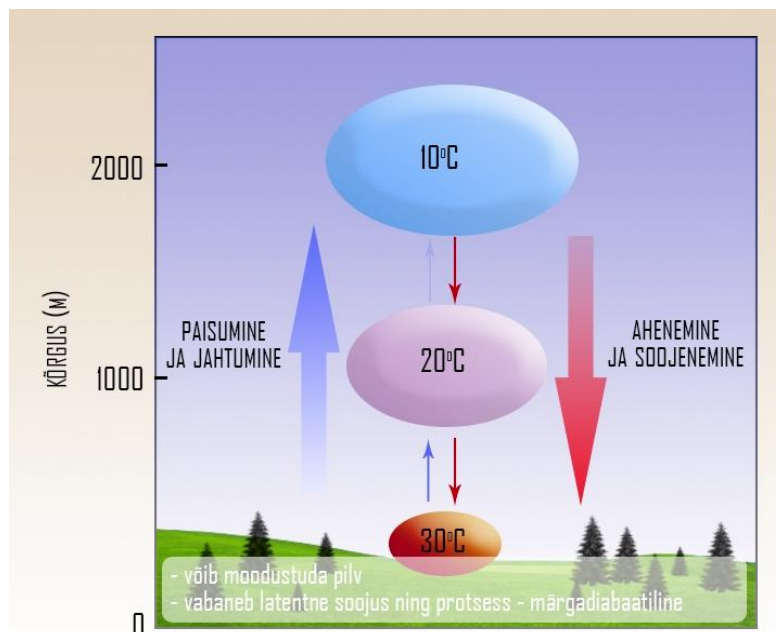
Osa	Kategooria	Rühm A	Rühm B	Rühm C	Rühm D
I	Üld	1...4	1...4	1...3, 5	1...4
	Kiirgus-soojus	5...10	5...10	6...11	5...10
	Vesi	12...15, 20	11...15	4, 12...15	11...15
	Tasakaal	11, 16...19	16...20	16...20	16...20
II	Üld	21...23	21, 22, 29	21...23	21...23
	Kiirgus-soojus	24...31	23...28	24...31	24...25, 27...32
	Vesi	32...34, 36...37	31, 32, 34...38	32...37	26, 33...37
	Tasakaal	35, 38...40	33, 39, 40	40	38...40
III	Üld	41, 42	41, 42	41...42	41...42
	Kiirgus-soojus	43, 44	43, 44	43, 48	43, 45
	Vesi	45...48	45...47, 50	44...47	44, 46...48
	Tasakaal	49, 50	48, 49	49, 50	49, 50

4. Tulemused

4.1 Töö käigus loodud animatsioonide kirjeldus

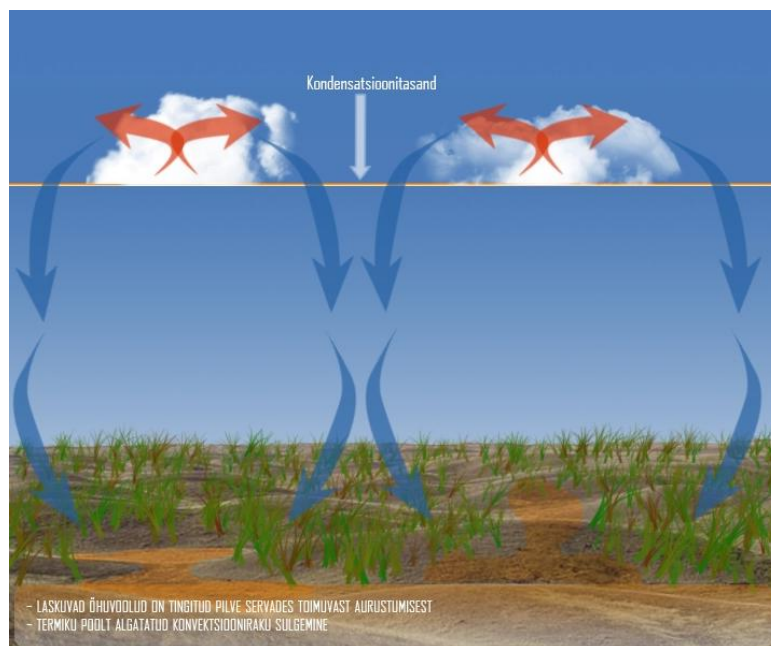
Animatsioonides kasutatud sisuline materjal on suuresti tõlgitud *C. Donald Ahrensi* õpikust „Meteorology Today“ (Ahrens, 2011), mis on antud kursuse põhiõpikuks Tartu Ülikoolis. Animatsioonide sisu loomiseks on kasutatud kuuenda peatüki „Stabiilsus ja pilveteke“ materjale. Lisaks on eestikeelseid mõisteid ning teksti täiendatud Milvi Jürissaare „Meteoroloogia“ (Jürissaar, 2011) ainese abil, mis küll lennundusmeteoroloogiale rõhku asetab, kuid pakub ka hõlpsalt mõistetavaid seletusi erinevatele meteoroloogilistele protsessidele.

Esimeses animatsioonis on kirjeldatud õhuosakese vertikaalset tõusu atmosfääris, protsesse, mis seda põhjustavad ning mis järgnevad. Oluline on mõista õhurõhu tähtsust osakese vertikaalsel liikumisel ning kuidas see mõjutab tema paisumist või ahenemist. Olulist rolli mängivad mõisted nagu latentne soojus, adiabaatiline protsess, küllastumine, kastepunkt, siseenergia jne. Animatsiooni eesmärk on aidata seostada õpilasel nimetatud protsesse ning jälgida videoklipi edenedes parameetrite muutumist vastavalt olukorrale. Samuti on püütud reaalsust lähemale tuua ka kõrguse skaalaga, andes aimu, kui kõrgel maapinnast need protsessid reaalselt toimuvad. Klipi allservas on väike „spikker“, mis koondab pidepunktidena pealeloetud teksti.



Joonis 1. Kaader animatsioonist 1

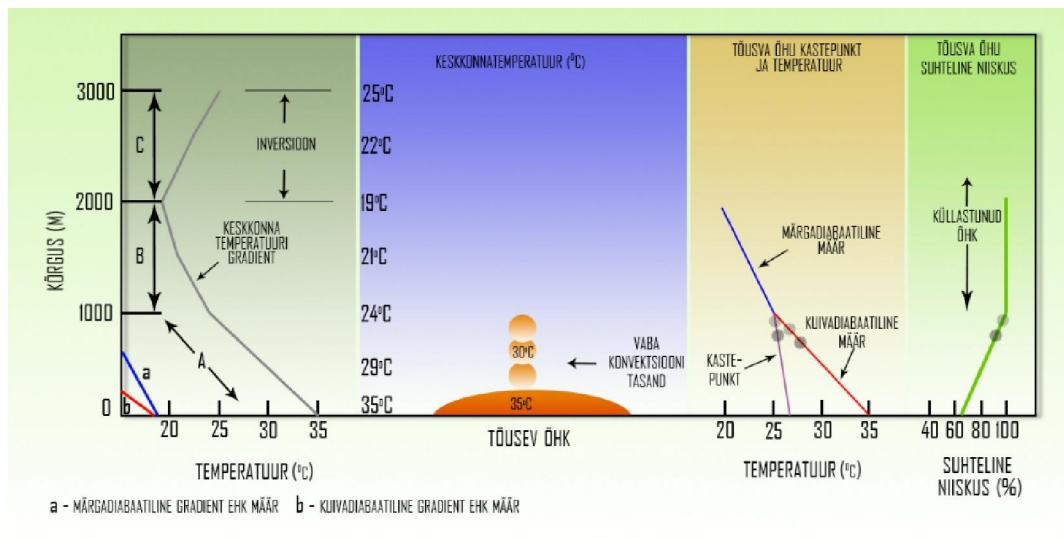
Teine animatsioon selgitab vertikaalset pilvearengut termikute näitel. Näites on võetud ebaühtlase aluspind, mille albeedo ei ole kogu ulatuses ühtlane. Seega tekivad soojemate alade kohale tõusvad õhuvoolud, mida võib vaadelda termikute jadana. Termikud, tõustes iga korraga veel kõrgemale, moodustavad lõpuks pilve, kui nende temperatuur saab võrdseks kastepunktiga. Õpetliku klipi eesmärgiks on piltlikult selgitada, kuidas on võimalik ilusa ilma pilvede (*Cumulus humilis*) teke ning kadumine lühikese aja jooksul. Klipp rõhutab aluspinna temperatuuri olulisust pilve tekkel ning kadumisel. Animatsiooni kõrvaleesmärgiks on õpilase suunamine seostamaks kiirguslikke mõjusid meteoroloogilistes protsessides.



Joonis 2. Kaader animatsioonist 2

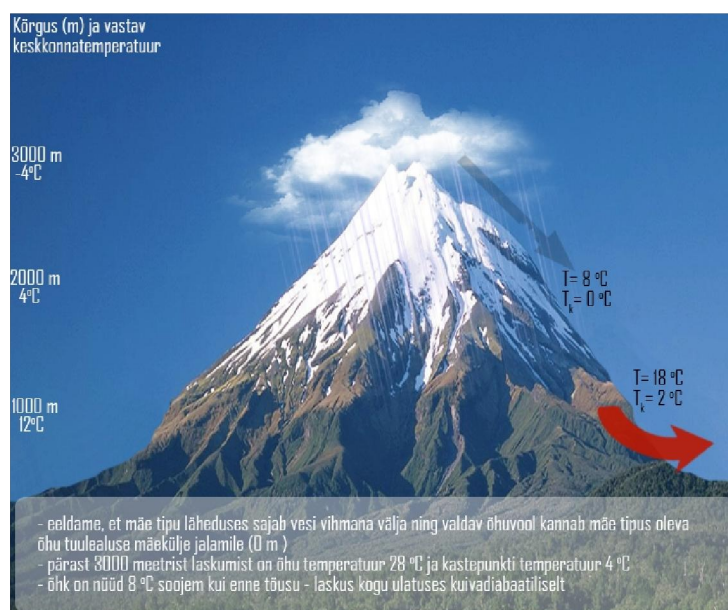
Kolmas animatsioon jaotab tähelepanu koguni neljale erinevale segmendile, mis on värvidega selgelt eristatud. Seda kõike selleks, et vaataja looks seoseid erinevate parameetrite muutumisel pilve tekkel. Nimetagem neid segmente tahvliteks. Esimesel tahvlil on taustinformatsiooniks välja toodud kõrgused ning keskkonna temperatuuri kulg temperatuurigradiendi kaudu. Järgmisel tahvlil toimub visuaalselt kõige rohkem, nimelt maapinnal soojenenud õhk hakkab osaliselt tõusma, tõusva õhuosakese sees temperatuur langeb ning kondensatsioonitasandile jõudes moodustub pilv. Kaks parempoolset tahvlit kirjeldavadki selle õhuosakese omadusi: temperatuuri ja niiskust. Seda võib vaadelda ka kui protsessi kirjeldust. Pidepunktiks on antud animatsioonis õhuosakese jõudmine kondensatsioonitasandile. Samal ajal on jälgitav üleminek kuivadiabaatilisel määralt

märgadiabaatilisele määrale ning viimasel tahvil suhtelise niiskuse kasvamist saja protsendini.



Joonis 3. Kaader animatsioonist 3

Neljas animatsioon kirjeldab orograafilise pilve teket. Orograafilise pilve teke, ehk mööda mäeseljaku tõusva pilve animatsioon on oluline just sellepärast, et selgitada maapinna reljeefist mõjutatud pilvetekke protsesse. Selline loogika ei kehti ainult maapinna loodusliku reljeefi, vaid ka näiteks suurlinnade või suuremate tehisobjektide korral. Klippi alustatakse algtingimuste kirjeldusega ning jagatakse ka vihjeid objekti liikumistrajektoori kohta. Neljanda animatsiooni jälgimiseks on tarvis teada eelnevalt kindlaid mõisteid, mida selgitavad ning kinnistavad ka eelmised animatsioonid. Samal põhjusel on animatsioonid ka raskustasemete järjekorda asetatud. Antud animatsiooni fookus on kindlasti erinevaid adiabaatilisi protsesse iseloomustavatel pidevalt muutuvatel temperatuuridel.



Joonis 4. Kaader animatsioonist 4

4.2 Tagasiside tulemused

Tagasiside küsimustikuga kontrollisime üliõpilaste hinnanguid animatsioonide kasuteguri kohta. Suur osa vastanutest (44 %) pidas vajalikuks animatsioone vaadata ja sealjuures nähtuga kaasa mõelda 20-40 minutit. Olgu siinkohal öeldud, et nelja animatsiooni kogukestvuseks on 10 minutit ja 27 sekundit. Seega vaatasid 16 vastanut ühte või mitut animatsiooni korduvalt. Populaarsuselt teine vastus, milleks oli ajakulu 10-20 minutit, pälvis 33 % ehk kolmandiku poolehoidu. Üsna kindlalt võib väita, et kõiki nelja animatsiooni vaadati, mõnda ka korduvalt. Vähem, 5-10 minutit, kulutas abistavate materjalide peale 5 vastanut, ning leidis ka üks inimene, kes pidas vajalikuks vaadata tõenäoliselt ainult ühe animatsiooni, ehk 2-5 minutit. Kuni tund aega tegeles materjaliga 2 inimest kogu vastanute hulgast.

Populaarsuselt esimeseks vaatamiskordade arvestuses tõusis kondensatsiooni abitahvlitega selgitav animatsioon 3, mida soovis korduvalt vaadata 64 % vastanuist. Korduvate vaatajate arvuga tõusis järgmiseks 50 % toetajaskonnaga animatsioon 2 rünpilve (*Cumulus humilis*) tekkest. Animatsioonid adiabaatilisest protsessist ning orograafilise pilve tekkest olid vaatamiskordade arvestuses küllaltki võrdsel kolmandal kohal, omades vastavalt 33 % ja 36% häälest. Veerand inimestest tunnistas, et ei vaadanud korduvalt ühtegi animatsiooni.

Järgnevalt küsiti õpilaste käest animatsioonide korduvvaatamise põhjust. Vastused olid eristatavad peamiselt kaheti: esimese korraga ei hoomatud kogu animatsioonis edasi antavat informatsiooni ning peeti vajalikuks ka materjali läbikirjutamisega või – mõtlemisega kinnistada.

Kõikide vastanute jaoks oli materjal sisult mõistetav, vaid üks üliõpilane kirjutas, et „animatsioon ei ole piisavalt näitlik ja mõnikord liikus hoopis teise kiirusega ja teisse suunda.“

Animatsioonide tempo hindamisel olid üliõpilased ülekaalukalt arvamusel, et materjali oli hea jälgida ning tempo oli paras. Veerand õpilastest olid seisukohal, et animatsioonid olid tempo poolest liiga kiired ning 3 õpilast hindas õpimaterjale liiga aeglaseks.

Järgnevalt hindasid üliõpilased animatsioonide vajalikkust meteoroloogiliste protsesside mõistmisel. Vastavalt 67 % ja 31 % õpilastest olid veendunud, et animatsioonid aitasid neil protsesse täielikult mõista või teha seda mõningal määral. Vaid üks õpilane ei leidnud olulist vajadust animatsioonis esitatuga kaasa mõelda. Vaba vastusega küsimuses, kuidas taolised visuaalsed materjalid lihtsustavad või raskendavad õpitava omandamist, olid vastused juba veidi loomingulisemad. Populaarsemad vastused teemati esindasid seisukohti

nagu võimalus kontrollida teadmisi; täita enda teadmistes lünk, mis tekkis puudunud loengu tõttu; viia protsessid seosesse reaalsusega ning täiendada teadmisi, mis on omandatud teksti lugemisel.

Kõik tagasiside andjad olid veendumusel, et soovivad näha taolisi animatsioone veel kas antud aine teises teemavaldkonnas või mõnes muus õppeaines. Populaarsemad olid vastustest kondensatsiooniga seotud loodusnähtuste teemad nagu udu-, pilve- ja sademete teke, kuid leidis ka antud õppeaine väliselt vihjeid keemia -, füüsika - ning mullateaduste temaatikale.

Kõiki aspekte arvesse võttes paluti õpilastel tehtud tööle hinne anda, mis iseloomustaks vaadatud animatsioonide mõttekust individuaalse õppe lihtsustamiseks. Valdav enamus vastajatest hindas animatsioonide teostust hindele „A“, mida skaala kirjeldusel iseloomustab sõnapaar „vägagi mõttekas“. Populaarsuselt järgnes 11 häälega hinne „B“, hinne „C“ 4 häälega ning 2 õpilast pidas õiglaseks hinnata tehtud tööd hindele „D“.

Viimane küsimus andis üliõpilastele võimaluse animatsioonide autorile kirjutada midagi sellist, mida polnud eelnevalt küsitud, kuid peeti vajalikuks öelda. Valdav enamus vastanuist kiitis idee väga heaks ning andis näpunäiteid töö täiustamiseks tulevikus. Silma jäid kitsaskohad, milleks mõnede üliõpilaste jaoks oli teksti pealelugemise monotoonsus, kolmanda animatsiooni infoküllus ning üksikutel juhtudel tehnilised probleemid materjali vaatamisel.

4.3 Kontrolltööde üldine tase 2012. ja 2013. aastal

Kuna viimase kahe aasta testid on sisu ning küsimuste poolest identsed, on võimalik võtta 2012. a üliõpilasi kui kontrollrühma. Viimase aasta kontrolltööde põhjal on võrreldud ka animatsioone vaadanud ning mittevaadanud üliõpilaste keskmist punktisummat ning täpsemalt küsimusi, mis puudutasid animatsioonidega kaetud teemasid.

Sel aastal oli registreeritud ainele 71 üliõpilast (seis 2013 mai), aasta varem aga 77 üliõpilast. Lisaks neile üliõpilastele, kellele see aine oli kohustuslik, olid seda ainet valinud veel üksikud geoloogia, majandusteaduse, bioloogia, keemia ja ajaloo eriala üliõpilased. Paraku kõik registreeritud ei jõudnud kontrolltöö sooritamiseni. 2013. aasta keskmised on arvutatud 66 üliõpilase ja 2012. aasta keskmised 47 üliõpilase kohta (välja on jäänud keskkonnatehnoloogia üliõpilased, sest neile on eelmise aasta tööd tagasi antud). Keskmised õigete vastuste osakaalud kategooriate ja variantide lõikes on toodud Tabelis 2.

Tabel 2. Üldine tase aastatel 2012 ja 2013. Õigete vastuste osakaal protsentides on välja toodud teemati ja kontrolltöö eraldatud rühmiti. Värviliselt on toodud suurema keskmise tulemusega teemad erinevatel aastatel.

		2012					2013				
Kategooria / Variant		A	B	C	D	Keskmine	A	B	C	D	Keskmine
I	Üld	71	81	80	80	78	74	68	76	75	73
	Kiirgus-soojus	74	76	87	75	78	84	80	82	79	81
	Vesi	71	77	60	74	71	77	79	57	68	70
	Tasakaal	86	63	76	88	78	73	66	79	86	76
II	Üld	60	86	90	83	80	52	78	81	73	71
	Kiirgus-soojus	61	64	74	56	64	65	72	76	64	69
	Vesi	63	61	72	73	67	69	57	68	61	64
	Tasakaal	75	50	50	47	55	85	59	26	48	55
III	Üld	67	65	44	70	62	56	58	30	67	53
	Kiirgus-soojus	48	53	66	45	53	42	61	41	57	50
	Vesi	64	38	45	40	47	53	65	29	42	47
	Tasakaal	27	47	63	58	49	19	53	41	38	38
Kokku keskmine:		64	63	67	66	65	62	66	57	63	62

Tabeli üldistusena võib välja tuua, et kõige paremini vastati 2012. aastal üldisi küsimusi ning 2013. aastal kiirgus- ja soojusteemalisi küsimusi, vastavalt tulemustega 73 % ning 67 % (tabelis toodud alalõikude keskmisena). Kõige madalamaid tulemusi näidati nii 2013. aastal, kui 2012. aastal atmosfääri tasakaalu puudutavates küsimustes, vastavalt tulemustega 61 % ja 56 %.

Suuresti erines üldiste küsimuste õigete vastuste protsent 2012. ja 2013. aastate võrdluses, mis langes aastaga 73 protsendilt 66 protsendile. Muude teemade võrdluses olid mõlema aasta tulemused sarnased.

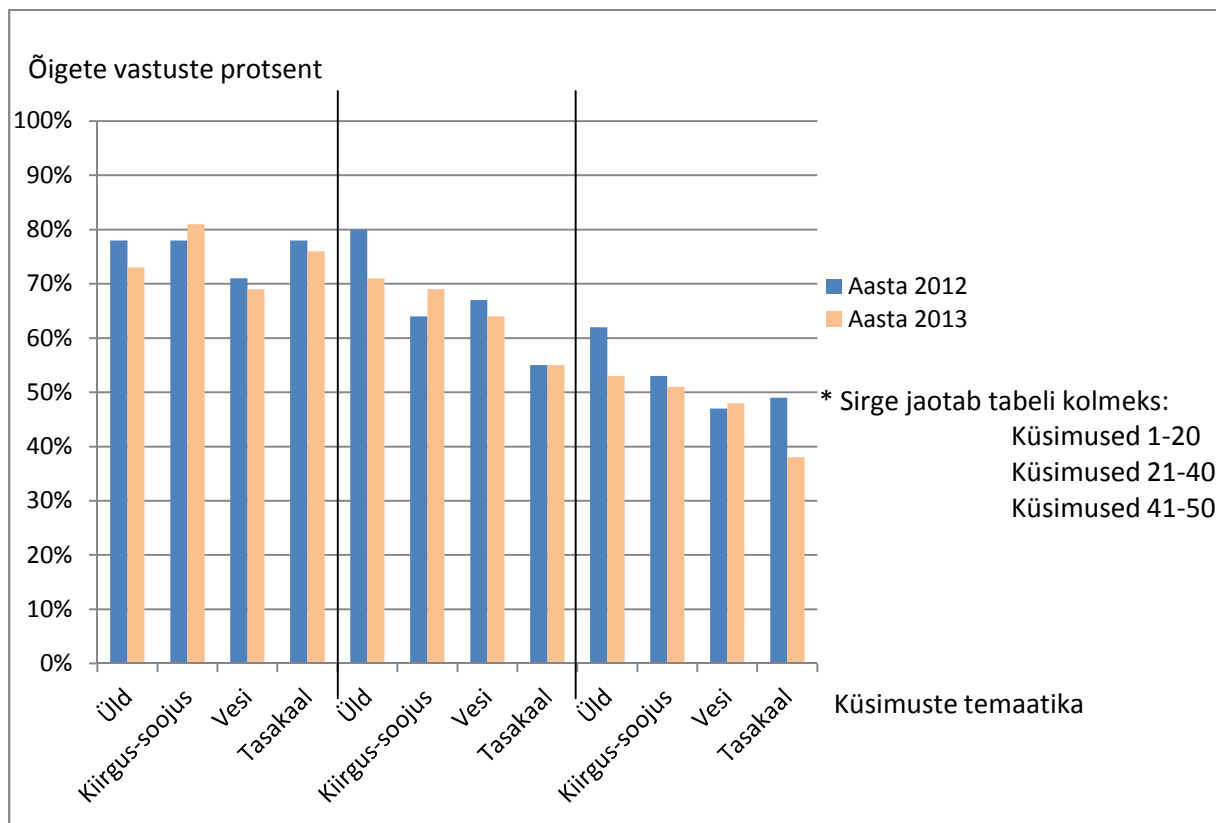
Üldise keskmisena olid 2013. aasta tulemused nõrgemad kui 2012, seda ka kõigi ainet kohustuslikult õppivate erialade lõikes (pole nii detailselt toodud).

Üldiselt on variandid heas tasakaalus, eriti esimese 40 küsimuse lõikes. Kolmandas, üliõpilastelt iseseisvat arutlust või definitsioone nõudvas osas torkab silma A rühma tasakaalu küsimuste väga madal skoor: 27% ja 19% vastavalt 2012. ja 2013. aastal. Ilmselt on tegemist enamuse üliõpilaste jaoks ettevalmistamata keerukate küsimustega.

4.4 Kontrolltööde analüüs

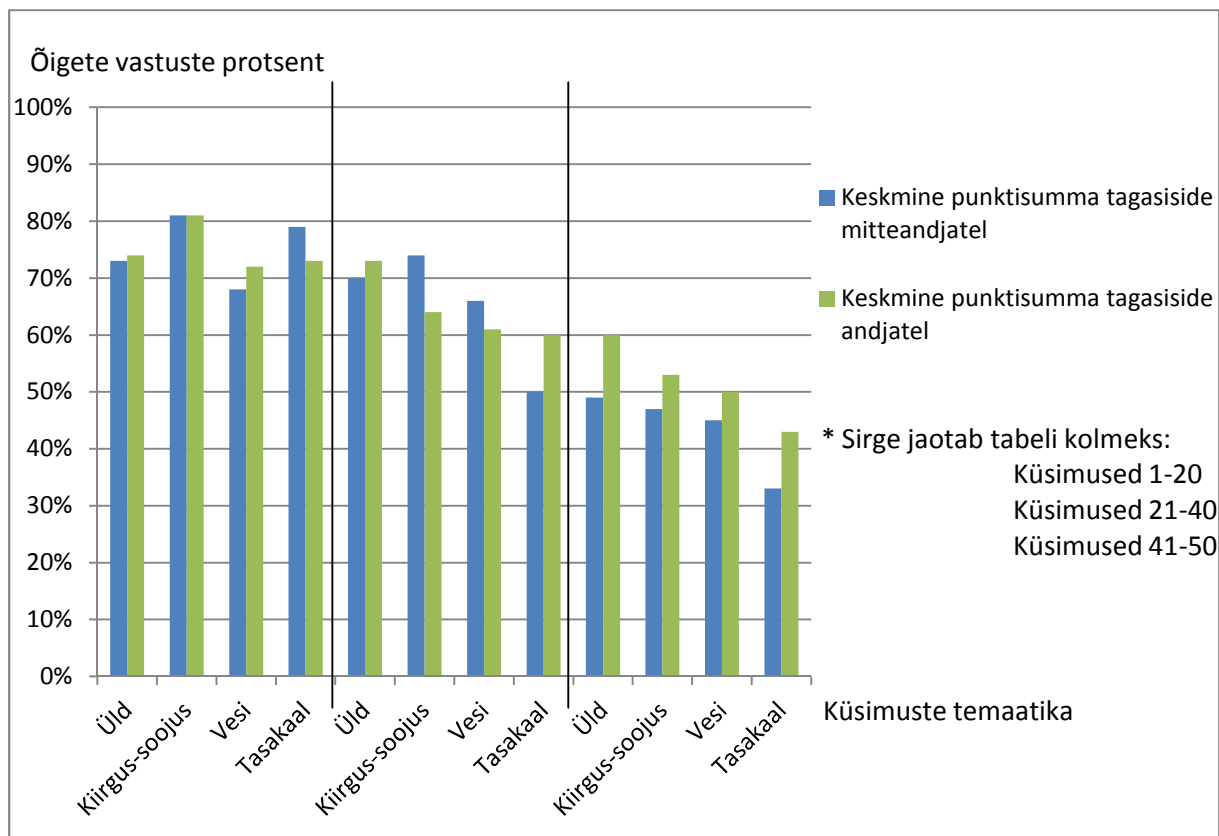
Käesoleva bakalaureusetöö raames oli kontrolltööde analüüsi eesmärgiks kinnitada hüpoteesi, et suur osa õpilasi on visuaalsed õppijad ning luues atraktiivseid õppematerjale, antud juhul animatsioone, on võimalik süvendada üliõpilaste teadmisi meteoroloogilistest protsessidest. Seda kontrollime võrreldes kontrolltööde hindeid animatsioone vaadanuil ning mittevaadanuil.

Muidugi on võimalik, et õpilased, kes on akadeemiliselt võimekamad, oleksid saanud paremad hinded ka ilma animatsioone vaatamata. Eeldame veel, et tagasiside mittedaatanute seas ei olnud ka ühtegi animatsioonide vaatajat.



Joonis 5. Aastate 2012 ja 2013 keskmiste tulemuste võrdlus kontrolltöö kolme alalõigu küsimuste põhjal

Jooniselt 5. paistab veelkord, et 2013. a üldine tase on madalam 2012. aasta omast, vaid kolme kategooria lõikes on selle aasta tulemused eelmise aasta omadest paremad .



Joonis 6. Kontrolltöö (2013) keskmiste punktide võrdlus kolme alalõigu teemade lõikes võrdlusena animatsioone vaadanud ja mittevaadanud üliõpilaste kohta.

Joonis 6 kirjeldab animatsioone vaadanud ja mittevaadanud üliõpilaste tulemusi käesoleval aastal. Esimese neljakümne küsimuse osas on paremusi mõlemal poolel, mis näitab, et animatsioone vaadanud ja mittevaadanud rühmad on võrdvõimelised. Kuna kontrolltöö viimased 10 küsimust ootavad sisukamat vastust ning õpilase arutlusoskust, tuleb nende küsimuste taustal välja animatsioonide mõju neid vaadanud üliõpilaste hinde kujunemisel. Kolmanda osa kõikides kategooriates on näha tagasiside andnute ning animatsioone vaadanute keskmise hinde ülekaal. Viimane kümne küsimuse summeeritud keskmisena ületasid kontrolltöö alusel tagasiside andnud teisi õppeaines osalejaid 0,24 punktipalli ehk 8 % võrra. Võib järeldada, et visuaalne lisamaterjal on hõlbustanud üliõpilastel luua seoseid kursusel käsitletud teemades.

5. Arutelu

Hüpotees, et animatsioonide lisamine meteoroloogia ja klimatoloogia õppematerjalide sekka on täitunud vaid osaliselt. Kahjuks järeldeb Tabelist 2, et sel aastal pole üldine õppeedukus selles aines kasvanud, kuid see tuleneb ilmselt lihtsalt nõrgemast aastakäigust. Samas, võrreldes animatsioone vaadanud ja mittevaadanud üliõpilaste skooride, on kontrolltöö kolmanda osa kõrgemad näitajad võimalik panna just animatsioonide vaatamise ja nendest õppimise arvele. Muidugi on aidanud animatsioonide vaatamine kaasa ka üliõpilaste harjumisele neile seni võõraste mõistete ning mõttemudelitega.

Animatsoone vaatasid vaid pooled õppeainele registreerunuist. Tagasisidele vastamata jätmise põhjusteks saavad olla ükskõiksus antud aine ning ka enda hinde vastu, kuna tagasiside täitmine võimaldas maksimaalselt kahte lisapunkti. Samas oli tagasiside väga positiivne ning näitab, et neid vaadanud üliõpilased hindasid neid mitmekülgsest. Näiteks on õpilased öelnud: „Need lihtsustavad kindlasti minu õppimist, sest piltlikud näited on alati paremini jälgitavad. Mida elulisem näide, seda paremini saab seoseid luua“ ning „Kuna teemad on väga konkreetsest ja selgelt lahti seletatud antud animatsioonides, siis see kindlasti lihtsustab. Hea on ka see, et saab vajutada stopp nuppu ja teha mõttepause, sest mõni asi vajab rohkem läbimõtlemit. Loengus sellist võimalust pole“. Leidus vaid üks vastaja, kelle jaoks ei omanud loodud animatsioonid suurt tähtsust. Antud olukorras saab väita, et tagasisidet andsidki peamiselt visuaalsed õppijad.

Lisaks sellele, et käesoleva bakalaureusetöö raames loodud animatsioonid oli kinnitasid hüpoteesi, et õppematerjal mõjutab õppetulemusi positiivselt, suurendasid nad visuaalsete materjalide osakaalu meteoroloogia ja kliimateaduste õppimisel, parandades sedasi visuaalsete õppijate võimalusi atmosfääriprotsessidest arusaamisel. Kuna animatsioonid said õpilastelt positiivset tagasisidet ning parandasid ka õppetulemusi, saab järeldada, et sarnaseid visuaalseid materjale oleks vaja luua rohkem, võimalik, et ka teiste õppeainete põhiprotsesside selgitamiseks.

Antud töös tehtud statistika kinnitas ka aine õppejõu arvamust, et atmosfääri tasakaalu ja pilvede tekke küsimused on kõige halvemini omandatud teema antud ainekursuses ning kinnitas fakti, et just selles aine osas on teadmiste puudujäägid suured ning nõuavad eritähelepanu.

6. Kokkuvõte

Järjest enam rõhutatakse visuaalsete, interaktiivsete materjalide tähtsust probleemi või teema mõistmisel. Käesolev töö on teadaolevalt esimene Eestis, mis keskendub visuaalsete materjalide kui animatsioonide valmistamisele ning nende mõju uurimisele meteoroloogiaõppes. Varasemalt on teada teksti - ning videoloengupõhiseid õpiobjekte hõlmavaid materjale.

Käesoleva töö eesmärk oli luua animatsioonid ning uurida nende mõju õppetulemustele. Selleks loodi animatsioonid aine Meteoroloogia ja klimatoloogia alused (LOOM.02.240) seitsmenda peatüki kohta, mis kannab pealkirja „Tasakaal atmosfääris ja pilvede teke“. Nõnda loodi käesoleva töö raames neli protsesse selgitavat animatsiooni:

- Adiabaatiline jahtumine ja soojenemine
- *Cumulus humilis* tekkeprotsess
- Kondensatsiooniprotsess abitahvlitega
- Orograafilise pilve teke

Suurt tähelepanu pöörati animatsioonide väljanägemisele, sh. objektide ja teksti eristumisele taustast ning pealeloetavale tekstile. Kuna ka heli kvaliteet on õppevahendis väga oluline, lindistati audiomaterjal professionaalses helistuudios.

Lähtuvalt töö iseloomust, püstitati hüpotees, et visuaalsed materjalid parandavad käesoleval õppeaastal kontrolltööde soorituste kvaliteeti ning seeläbi keskmist hinnet. Käesoleva aasta Meteoroloogia ja klimatoloogia aluste kontrolltööde tulemuste põhjal võib väita, et loodud animatsioonid aitasid üliõpilastel mõista paremini protsesside sisu. Seda kinnitab kontrolltöö kolmanda osa, ehk küsimuste 41-50 sooritamine animatsioonide vaadanute poolt keskmiselt 8 % kõrgemale punktisummale kui animatsioonide mittevaaatajad.

Loodud õppematerjali kasutanud õpilaste tagasisidest peegelduvast entusiasmist ning toetusest saab järeldada ka, et animatsioonid on vajalikud mitte ainult meteoroloogiakursuse teistel teemadel vaid koguni ka erinevatel ainekursustel.

Animatsioonid mõjutavad protsesside mõistmist positiivselt ning selle tõttu on erinevate õppimisstiilidega õpilased võimelisemad näitama paremaid tulemusi mitte ainult meteoroloogiateemalistes, vaid ka teistes reaalteadusi käsitlevates õppeainetes.

7. Case Study: Do visual learning objects improve student learning in meteorology?

Summary

Maanus Kullamaa

In order to fully understand the underlying process, an increasing usage of visual and interactive study object is necessary. Present thesis is the only known in Estonia, that gives emphasis to creating animations as study objects and analyzes the impact on students' learning.

The aim of presented thesis was to create visual learning objects for introductory meteorology course (Fundamentals of Meteorology and Climatology LOOM.02.240) and examine the effect on students' results. Animations were created for course chapter 7: *Balance in atmosphere and cloud formation*.

Within current thesis, the following four animations were created:

- Adiabatic cooling and warming
- Formation of *Cumulus humilis*
- Process of Condensation with explanatory panels
- Formation of an Orographic Cloud

Great emphasis was put on visual, auditory and content of voiceover text aspects of the animations. As the quality of sound is an important factor in audiovisual learning objects, the recording sessions were held in a professional studio.

Considering the previous, hypothesis of this research was that creating animations as visual learning objects will improve student test results. According to this years test results, it can be claimed that animations helped students to understand the conception of presented meteorological processes. Claim is confirmed by the results of the third part of test (questions 41-50), that showed 8 % better results for those students who viewed the animations.

Presented feedback showed that students wish to see animations not only in other chapters in meteorology course, but also in other courses, where understanding of complicated processes is vital.

Animations have positive effect on understanding the presented processes thoroughly. Students with different learning styles are therefore able to get higher results not only in meteorology but in all fields of fundamental sciences.

Kasutatud kirjandus

- Ahrens, C.D (2009) *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate and the Environment*, Ninth Edition, Cengage Learning, lk 141-162
- Baldwin, L. , Sabry, K. (2003) Learning Styles for Interactive Learning Systems, *Innovations in Education and Teaching International*, 40 (4) lk 325-340
- Dunn, R. (1990) Understanding the Dunn and Dunn learning Styles Model and the Need for Individual Diagnosis and Prescription, *Reading, Writing and Learning Disabilities*, 6, lk 223-247
- Dunn, R. , Beaudry, J.S., Klavas, A. (1989) Survey of Research on Learning Styles, *Educational Leadership*, 46(6), lk 50-58
- Eensaar, A. (2011) *Atmosfääri vertikaalne tasakaal* viimati vaadatud 20.05.13
<http://ekool.tktk.ee/failid/A/opiobjekt/tasakaal/index.html>
- Enno, S. E. (2012) *Ilma vaatlemine ja ennustamine* viimati vaadatud 21.05.13
<http://dspace.utlib.ee/dspace/bitstream/handle/10062/24920/index.html>
- Felder, R.M. (2006) A Whole New Mind for a Flat World, *Chemical Engineering Education*, 40(2), lk 96-97
- Felder, R.M. (2012 a) *Engineering education: A Tale of Two Paradigms*, North Carolina State University, 10 lk
- Felder, R.M , Brent, R. (2000) Is Technology a Friend or Foe of learning ?, *Chemical Engineering Education*, 34(4), lk 326-327
- Felder, R.M. , Silverman L.K. (1988) Learning and Teaching Styles In Engineering Education, *Engineering Education*, 78(7), lk 674-681
- Jürissaar, M. (2011) *Meteoroloogia Eesti Lennuakadeemia*, 245 lk.
- Matlin, M.W. (2005) *Cognition*. Crawfordsville: John Wiley & Sons, Inc., 640 lk
- McLeod, S. A. (2007) *Memory, Encoding Storage and Retrieval - Simply Psychology*. Retrieved from <http://www.simplypsychology.org/memory.html>

Miller, G.A. (1956) The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63 (2):lk 81–97

Scheffler, I. (1960) *The language of education*, 113 lk. Springfield, IL: Charles C. Thomas

Scheffler, I. (1968) University scholarship and the education of teachers, *Teachers College Record* 70(1), lk 1-12

Teichmann, M. (2005) *Didaktika 1*, <http://www.pekonsult.ee/didaktika/didaktika1.htm>

Viimati vaadatud 13.05.13

Tomann, V. (2011) *Õhuniiskuse määramine* viimati vaadatud 21.05.13

http://www.eope.ee/_download/euni_repository/file/2399/agromet3.zip/8266975284ebfe9a564dfc/index.html

Wiley, D.A. (2000) *Learning Object Design and Sequencing Theory*, 142 lk, Brigham Young University

Lisad

LISA 1

Animatsioonis Adiabaatiline jahtumine ja soojenemine on pealeloetav sisuline tekst järgmine:

Maapinna lähedal on õhuosakese temperatuur võrdne ümbritseva õhu temperatuuriga. Õhu rõhk kõrguse kasvades alati kahaneb. Kui me tõstame õhuosakest või ta tõuseb ise, siis õhuosake satub madalama rõhuga kihti. Madalam rõhk väljaspool õhuosakest võimaldab õhuosakesel paisuda. Paisumisel teeb aga keha tööd oma siseenergia arvel. See omakorda aeglustab molekulide liikumise kiirust ja õhuosakese temperatuur langeb. Protsesse, mille käigus keha ümbritseva keskkonnaga soojust ei vaheta, nimetatakse adiabaatilisteks. Nõnda võime ka õhuosakese jahtumise paisumisel või soojenemise kokkusurumisel lugeda adiabaatiliseks. Seni, kuni õhuosake on küllastumata (suhteline niiskus on alla 100 %), langeb õhuosakese temperatuur tõusul $10\text{ }^{\circ}\text{C} / 1\text{ km}$. Seda gradienti nimetatakse kuivadiabaatiliseks gradiendiks ning selle võib lugeda konstandiks. Õhuosakese laskumisel ja kokkusurumisel temperatuur vastavalt tõuseb kuivadiabaatilise gradiendi järgi.

Kui õhuosakese tõustes tema temperatuur langeb kastepunkti temperatuurini, siis suhteline õhuniiskus saavutab väärtuse 100 %. Edasine jahtumine päädib kondensatsiooniga ning võib moodustuda pilv. Kondensatsioonil vabaneb latentne soojus ning õhuosake jahtub seetõttu vähem kui kuivadiabaatilises protsessis. Sellist protsessi nimetatakse märgadiabaatiliseks. Kui veeauruga küllastunud õhuosake laskub, siis ta soojeneb märgadiabaatilise gradiendi järgi. Erinevalt kuivadiabaatilisel gradiendist, ei ole märgadiabaatiline gradient konstantse väärtusega, vaid varieerub vastavalt temperatuurile ja õhu rõhule. Vertikaalsete liikumiste korral atmosfääris võime adiabaatset lähendit kasutada, sest õhk paisub ja surutakse kokku oluliselt kiiremini, kui toimivad soojusvahetusprotsessid ehk soojust ei jõuta vahetada.

Animatsioonis *Cumulus humilis* tekkeprotsess on pealeloetav sisuline tekst järgmine:

Animatsioonis on näha kuidas tekivad vertikaalse arenguga pilved, mitmete termikute (sooja õhu mullide) tõusust mööda konvektsioonikorstnaid. Tänu ebaühtlasele aluspinna soojenemisele, tekivad väiksema albeedoga alade kohale tõusvad õhuvoolud, mida võib vaadelda termikute jadana. Õhk termikutes tõuseb seni, kuni nende temperatuur saab võrdseks

välisõhu temperatuuriga. Iga järgmine termik suudab tõusta eelmisest natuke kõrgemale. Kui termiku temperatuur saab võrdseks kastepunktiga, algab temas kondensatsioon ja tekib pilv. Laskuvad õhuvoolud on põhjustatud pilve servades toimuvast aurustumisest, mis õhku jahutab. Teine õhu laskumise põhjus on termiku poolt algatatud konvektsiooniraku sulgemine, et asendada alumistel nivoodel ülesliikunud soojenenud õhk. Seega on meil pilve sees tõusvad ning väljaspool pilve laskuvad õhuvoolud. Rünkpilvede kasvades varjutavad pilved päikese eest maapinna. See vähendab maapinna soojenemist ning seega ka konvektsiooni. Kui konvektsioon ei toimu enam samas mahu, hakkab pilv hääbuma. Kui pilved hajuvad või liiguvad tuule mõjul, hakkab maapind taas soojenema. See protsess seletab olukorda, mil vahel on võimalik näha rünkpilvede korduvad teket ja kadumist samas kohas.

Animatsioonis Kondensatsiooniprotsess abitahvlitega on pealeloetav sisuline tekst järgmine:

Vaatame nüüd detailsemalt pilve moodustumist soojal suvepäeval. Rünkpilved katavad kogu taeva, nende alused on pea ühel tasapinnal ja tipud ulatuvad umbes kilomeetri kõrgemale. Selliste pilvede teke sõltub otseselt atmosfääri stabiilsusest ja niiskusest. Me kasutame lihtsustatud mõttemudelit. Esiteks ei segune tõusev õhk ümbritseva õhuga, teiseks ainult üks termik tekitab pilve. Kolmandaks tekib pilv siis, kui suhteline niiskus on 100 % ja neljandaks jääb tõusev õhk veeauruga küllastunuks.

Vasakpoolsel paneelil on toodud, kuidas muutub keskkonna temperatuur kõrgusega. Keskkonna temperatuur langeb kihis „A“ kõrgusega kiiremini, kui kuivadiabaatiline gradient -seega kiht „A“ on labiilne. Kihid „B“ ja „C“ on mõlemad stabiilsed, kuna märgadiabaatiline gradient on keskkonna temperatuurigradiendist suurem. Kui vaadata kõiki kihte korraga, on keskkonna temperatuurigradiend 7,5 °C / 1000 m ning seega on tegemist tinglikult labiilse atmosfääriga.

Oletame, et tõusva õhuosakese temperatuur on 35 °C ning kastepunkt 27 °C. Õhuosake rebib end aluspinnast lahti ja hakkab tõusma. Kuna õhuosakese temperatuur on kõrgem kui ümbritseva keskkonna oma, siis võib õhuosake vabalt tõusta. Pinda atmosfääris, kus tõusva õhuosakese temperatuur on ümbritseva keskkonna omast kõrgem, nimetatakse vaba konvektsiooni tasandiks. Õhuosake tõuseb seni, kuni on keskkonnast soojem. Tema temperatuur langeb kuivadiabaatilise gradiendi järgi. Ka õhuosakese kastepunkti temperatuur kahaneb kõrguse kasvades, kuid mitte nii järsult, vaid 2 °C / 1000 m kohta. Kui küllastumata õhk jahtub, läheneb kastepunkti temperatuur õhuosakese temperatuurile kiirusega seega 8 °C /

1000 m kohta. Sellisel õhu jahtumisel tõuseb tema suhteline niiskus (vaata parempoolset tahvlit).

Tuhande meetri kõrgusel on õhuosake jahtunud samale temperatuurile mis kastepunkt. Suhteline niiskus on tõsunud saja protsendini ja algab kondensatsioon ning moodustub pilv. Tasandit, kus pilv moodustub, nimetatakse kondensatsioonitasandiks. Kondensatsioonitasandist kõrgemal on õhk küllastunud ning jahtub märgadiabaatilise gradiendi järgi. Kondensatsioon jätkub, veeaurust moodustuvad nüüd veetilgad. Kastepunkti temperatuur langeb nüüd kõrguse kasvades kiiremini. Õhk jääb küllastunuks, sest nii õhutemperatuur kui ka kastepunkt muutuvad nüüd märgadiabaatilise temperatuurigradiendi järgi.

Pilve sees püsib temperatuur ümbritseva keskkonna omast kõrgem ning seega jätkab moodustunud pilv tõusmist läbi kihi „B“. Kahe kilomeetri kõrgusel on õhk pilves jahtunud ümbritseva keskkonnaga samale temperatuurile. Pilv sellest kõrgusest enam edasi ei arene, sest teda piirab inversioon, mis on seotud õhu laskumisega kõrgrõhkkonna keskmel. Mitte väga kõrged ilusa ilma rünilved (*Cumulus humilis*) esinevad just kõrgrõhkkonna puhul. Nõnda mängib atmosfääri kihistuse püsivus rünilvete vertikaalarengus väga olulist rolli.

Animatsioonis Orograafilise pilve teke on pealeloetav sisuline tekst järgmine:

Vaatame nüüd, kuidas tekib orograafiline pilv. Meil on 3 km kõrgune mägi. Algtingimusteks võtame tinglikult labiilse atmosfääri, nagu on näha ka keskkonna temperatuurigradiendi väärtusest ($8\text{ °C} / 1000\text{ m}$).

Tuulepealsel küljel on mäe jalamil õhutemperatuur 20 °C ning kastepunkti temperatuur 12 °C . Kui niiskusega küllastumata õhk tõuseb, jahtub ta kuivadiabaatilise gradiendi kohaselt ($10\text{ °C} / 1000\text{ m}$). Kastepunkti temperatuuri languseks 1000 m kohta on valitud 2 °C . Ühe kilomeetri kõrgusel on tõuseva õhu temperatuur saanud võrdseks kastepunktiga ja seega muutub õhk küllastunuks. Seda tasandit nimetatakse kondensatsioonitasandiks. Kondensatsioonitasandit võib lugeda ka tekkiva pilve alusnivooks.

Kui õhk liigub kondensatsiooninivoost kõrgemale, siis tõusva õhuosakese temperatuur langeb märgadiabaatilise gradiendi järgi $6\text{ °C} / 1000\text{ m}$. Õhul on energiat tõusta seni, kuni tõusva õhu temperatuur saab võrdseks ümbritseva keskkonna omaga, seni areneb pilv aina paksemaks.

Mäe tipus on nii kastepunkti, kui ka õhu temperatuur $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. See on kõrgem kui ümbritseva keskkonna temperatuur ning kihistus on oma olemuselt ebastabiilne e labiilne. Seega võiks õhk veel tõusta ning moodustada järjest massiivsemaid rünpilvi. Eeldame, et mäe tipu läheduses sajab pilvest vesi vihmamana välja ning valdav õhuvool kannab mäe tipus oleva õhu tuulealuse mäekülje jalamile (0 m). Pärast 3000 meetrist laskumist on õhu temperatuur $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja kastepunkti temperatuur $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Õhk on nüüd $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ soojem kui enne tõusu, sest laskuva õhu temperatuur tõusis nüüd kogu ulatuses kuivadiabaatilisel. Tuulealuse mäeküljel on õhk soojem, sest latentne soojus muundus kondensatsiooniprotsessil tajutavaks soojuseks. Madalam kastepunkti temperatuur ja seega kuivem õhk tuulealusel küljel on tingitud veeauru kondenseerumisest ja vee väljasadamisest. Sellist sooja, kohalikku mäest allapuhuvat tuult nimetatakse fööniks.

Tagasiside küsimustik

1. Kas vaatasid 4-10. Märtsi teemade abimaterjale animatsiooni vormis?
(kontrollküsimus)

Vastusevariandid:

- Jah
- Ei

2. Kui kaua animatsioonide peale aega kulutasid?

Vastusevariandid:

- 0-2 min
- 2-5 min
- 5-10 min
- 10-20 min
- 20-40 min
- 40-60 min
- Üle tunni

3. Milliseid animatsioone vaatasid korduvalt?

Vastusevariandid:

- Orograafilise pilve teke
- Pilveteke (tahvlitega)
- Pilveteke (termikute tõus)
- Õhuosakese vertikaalne liikumine atmosfääris
- Ei vaadanud ühtegi animatsiooni mitu korda

4. Miks vaatasid valitud animatsioone korduvalt? Selgita lühidalt.

5. Kas animatsioonid olid sisult mõistetavad?

Vastusevariandid:

- Jah

- Ei

6. Kui vastasid eelmisele küsimusele „Ei“, siis selgita lühidalt, mis jäi segaseks.

7. Kas animatsioonide tempo oli jälgimiseks paras?

Vastusevariandid:

- Hea oli jälgida (tempo oli paras)
- Animatsioonid olid liiga aeglased
- Animatsioonid olid liiga kiired

8. Kas animatsioonid aitasid kaasa olukordade lahendamisele / protsesside mõistmisele?

Vastusevariandid:

- Jah, kindlasti
- Mingil määral
- Mitte oluliselt
- Ei, üldse mitte

9. Kuidas lihtsustavad või raskendavad taolised visuaalsed õppematerjalid sinu õppimist?

10. Kas sooviksid näha veel mõnes Meteoroloogia ja klimatoloogia aineosas või koguni mõnes teises aines taolisi visuaalseid materjale?

Vastusevariandid:

- Jah, selles aines
- Jah, mõnes teises aines
- Ei, üldse mitte

11. Millise teema / ainega seonduvalt?

12. Kõiki aspekte kokku võttes hindan skaalal A-F animatsioonide mõttekust hindegas: (A - väga mõttekas; F – täiesti mõttetu)

Valikuvariandid:

- A
- B
- C

- D
- E
- F

13. Kui jäi midagi, mida tahaksid autorile öelda animatsioonide kommentaariks, siis tee seda siin. Vaba mikrofoni.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Maanus Kullamaa

(sünnikuupäev: 10.08.1991)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

VISUAALSETE ÕPPEMATERJALIDE LOOMINE JA NENDE MÕJU ÕPPETULEMUSTELE METEOROLOOGIAKURSUSE NÄITEL

mille juhendaja on dotsent Piia Post,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus 22.05.2013